基于主成分分析的关中地区农业粮食生产变化的影响因素研究①

韩群柱[1,2]， 冯 起[1,3]， 高海东[2]， 陈桂萍[2]

（1 陕西师范大学地理科学与旅游学院，陕西 西安 710062； 2 西安理工大学土建学院，陕西 西安 710048；
3 中国科学院西北生态环境资源研究院，甘肃 兰州 730000）

摘 要： 针对陕西省关中区域1978—2017年的农业生产数据，在分析关中40 a农业粮食生产的趋势变化后，运用主成分分析法，对影响关中农业生产中的地理环境和生产投入等主要因素进行了评价研究。结果表明：(1) 关中农业粮食生产的趋势变化呈现周期为3～7 a的循环增长方式，平均每周期峰值增长率为4.5%。(2) 主成分分析研究后得出，第一主成分全是地理因素指标，方差贡献率达到0.554，对关中地区农业粮食生产起着非常显著的决定影响作用，包括受灾农田面积（不含病虫害）、主要粮食作物播种面积、成灾农田面积（不含病虫害）、有效灌溉耕地面积、耕地面积；第二主成分方差贡献率为0.25，是影响粮食生产的重要因素和农业生产的生命补给。包括农业用电量、化肥、农用机械等生产资料投入和主要粮食作物稳产面积、劳动力投入因素指标；第三主成分为农药应用量，方差贡献率为0.068，影响较小。主成分累计方差贡献为0.872。通过对关中地区农业粮食生产变化的影响因素分析，可以为政府部门提出数据支撑和相关性的建议。

关 键 词： 关中地区农业；地理因素；生产投入；周期；主成分分析

文章编号：

近年来，许多学者对陕西省农业粮食生产的影响因素进行了分析研究，认为农业生产投入、基础储备和自然环境灾害是影响全省粮食生产的主要动力因素[1-2]；李会等[3]从单位面积粮食产量和劳动力等因素进行分析；李玉平等[4]通过对陕西粮食生产环境、耕地压力进行评价；吕晓虎等[5]认为粮食生产地域环境恶化等是影响粮食生产的主要影响因素。关于粮食生产格局变化及其面临的众多问题已引起学者广泛关注[6-7]，例如保护性耕作、生态环境对农业生产的影响等[8]。尽管陕西省关中地区农业粮食生产产量约占全省的60%，但对影响关中农业粮食生产的地理因素和生产投入因素进行专门分析研究却较少。上述的研究大部分都是立足于全省的角度对农业粮食生产进行研究分析，因此，本文就关中农业生产的变化和影响因素进行专门的分析和讨论，其研究对该区农业生产的科学发展无疑具有重要的参考价值和现实意义。

本文以关中地区为研究对象，参考前人的研究成果[1-5]，从关中农业粮食生产的地理因素、生产投入等因素进行综合分析，研究结果有助于对关中地区农业生产特征进行科学的认识，为制定区域农业发展提供参考与借鉴。

1 研究区概况

位于陕西省中部的关中地区面积是陕西省面积的百分之19%，属于典型的半干旱半湿润的地理环境[9]，整个区域面积为5.55×10^4 km^2（图1），主要由宝鸡、咸阳、西安、铜川、渭南和杨凌区组成。渭河[1]自西向东横贯整个区域，平均海拔约500 m，东西长360 km。从自然地理因素形成而言，关中区域是典型的河流冲积型平原。本区域受气候影响较大，降水量年均约为500～700 mm，多集中在夏秋的6～9月份，全年降水量小于蒸发量，属于典型的干旱频发和少雨缺水型区域[10]。

① **收稿日期：** 2019-05-22； **修订日期：** 2019-11-28
基金项目： 国家自然科学基金（41877077，51479163）资助
作者简介： 韩群柱（1967-）男，博士研究生，副教授，研究方向为自然地理. E-mail：hanqz@xaut.edu.cn

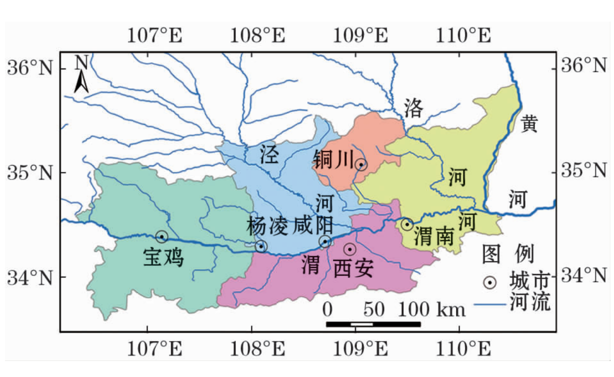


图 1　关中地区示意图

Fig. 1　Dragrammatic sketch in Guanzhong region

2　数据来源与方法

2.1　数据来源与影响因素指标

本文的数据(1978—2017)主要来源于《陕西统计年鉴》、《陕西区域统计年鉴》,关中"五市一区"农业生产的地理影响因素和生产投入数据,大部分来自年鉴中的"农业"条目。文中在分析农业粮食生产的自然地理环境因素和生产技术投入特征后,得出选取的指标变量中,影响农业生产的地理因素和生产投入因素各有6个指标,如表1所示。

表 1　原始自变量指标

Tab. 1　Index of original independent variable

自变量	地理因素	自变量	生产投入因素
x_1	耕种土地面积	x_7	施用化肥折纯量
x_2	主要粮食作物耕种面积	x_8	农用机械总动力
x_3	粮食稳产耕地面积	x_9	农业劳动力人数
x_4	有效灌溉耕种土地面积	x_{10}	农业用电量
x_5	受灾农田面积(不含病虫害)	x_{11}	农药使用量
x_6	成灾农田面积(不含病虫害)	x_{12}	农用地膜使用量

2.2　主成分分析法

主成分分析法(Principal Component Analysis,简称PCA)就是将一组相关的很多个原始数据指标转化为几个综合指标的多元统计方法。其生成的综合指标称为主成分[11],本文根据关中农业生产1978—2017年的实际情况,调查研究了12个有关关中农业粮食生产地理因素和生产投入主要因素的原始数据后(表1),建立了如下评价关中农业生产的PRA模型[12-13],对影响关中农业生产的地理因素条件和生产投入因素进行了主成分分析研究。

$$Z = a^T X = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i \tag{1}$$

式中:Z为农业粮食生产产量;n为自变量指标的个数;$x_1, x_2, \cdots, x_p$为自变量,$X = (x_1, x_2, \cdots, x_p)^T$;$a$为自变量指标系数向量。

3　结果与分析

3.1　关中地区农业粮食生产的变化趋势

3.1.1　关中农业粮食生产的周期性　关中1978—2017年农业粮食生产的变化趋势如图2所示,在这40 a期间,粮食产量表现出的是一种上下波动的周期性变化现象。其中,粮食产量比较大的产量高峰值分别出现在1979年、1984年、1990年、1993年、1998年、2006年、2011年和2015年,它们将关中1978—2017年40 a的粮食产量变化划分为7个完整的周期,各周期的起始年份分别为,1979—1984年;1984—1990年;1990—1993年;1993—1998年;1998—2006年;2006—2011年;2011—2015年,并且很容易计算到,周期一般在3~7 a之间变化,平均周期为5 a。

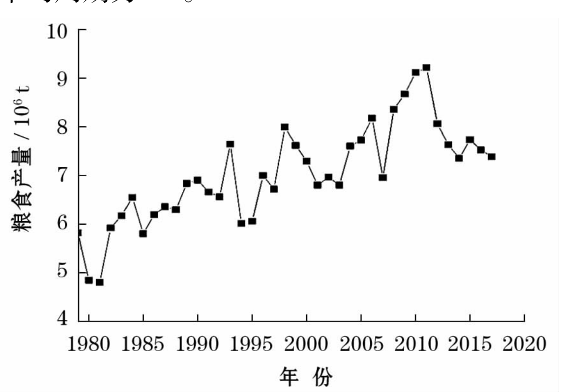


图 2　1978—2017年关中地区粮食产量

Fig. 2　Charts of total grain output in Guanzhong region from 1978 to 2017

3.1.2　关中地区农业粮食生产的变化　关中1978—2017年农业粮食生产产量峰值的变化如图2所示,可以发现这种变化显现的是一种周期性内部循环的增长方式。如周期是5 a的1993—1998年,粮食产量从1993年的7.65×10^6 t下降到1994年的6.02×10^6 t后,接着上升到1995年的6.06×10^6 t和1996年的7.00×10^6 t,然后再下降到1997年的6.72×10^6 t后,最后才涨到1998年的8.00×10^6 t,增长期间经过了2 h的循环,5 a期间产量最低和最高相差98×10^4 t,周期增长率为5%。

表2表示了关中农业粮食生产每个周期内的粮食产量峰值变化数据,从表2中得出,除过第7周期外,其余6个周期的粮食产量都呈现增长的变化趋

表 2　1979—2015 年关中地区的粮食产量峰值变化

Tab. 2　Change of grain output in Guanzhong area from 1979 to 2015

周期序号	起始年份	年距 / a	产量变化 / 10^4 t	增长率 / %
1	1979—1984	5	73	12
2	1984—1990	6	35	5
3	1990—1993	3	69	10
4	1993—1998	5	34	5
5	1998—2006	7	19	2
6	2006—2011	5	104	13
7	2011—2015	4	-149	-16

势,产量峰值增长率最小的为 1998—2006 年的 2%,最大的为 2006—2011 年的 13%,尽管在第 7 周期,粮食产量增长率下降了 16%,但从 1979—2015 年 37 a 的变化而言,关中农业粮食产量每年平均增长率达到 4.5%。

3.2　影响关中农业粮食生产因素的主成分计算

以表 1 选取的 12 个数据统计指标 $x_1, x_2, \cdots, x_{12}$ 作为自变量指标,以关中农业粮食生产产量作为因变量指标,建立 PCA 模型,如式(1)所示。应用 SPSS 22.0 软件,根据式(1)所表示的 PCA 模型,对于表(1)所列的自变量指标所表示的 1978—2017 年 40 a 的农业粮食生产统计数据进行 PCA 计算[12],计算后得到的各因子特征值、累计贡献率如表 3 所示。

从表 3 的计算数据结果可知,第一到第三主成分的累计方差贡献率为 87%,大于累计方差 0.85 判断条件[12],其荷载矩阵如表 4 所示。由表 4 可知,第一主成分包括受灾农田面积(不含病虫害)、主要粮食作物播种面积、成灾农田面积(不含病虫害)、有效灌溉耕种土地面积、耕种土地面积。第二主成分主要由粮食稳产耕种面积、化肥使用量、农业劳动力总数、农用机械总动力和农业用电量构成。第三是农药。经过对 SPSS 软件的计算结果分析后得到,第一到第三主成分的方差贡献率分别为 55%,25%,6.8%。从定量分析可以明显得到,第一主成分全部是地理因素指标,第二、三主成分是生产投入因素指标。

表 3　解释总方差表

Tab. 3　Explained total variance

主成分	初试特征值				平方和载入提取			
	总值	方差	累计	累计贡献 / %	总值	方差	累计	累计贡献 / %
1	6.642	0.554	0.554	55.4	6.642	0.554	0.554	55
2	3.004	0.250	0.804	80.4	3.004	0.250	0.804	80
3	0.809	0.068	0.872	87.2	0.809	0.068	0.872	87
4	0.601	0.047	0.919	91.9	-	-	-	-
5	0.310	0.026	0.945	94.5	-	-	-	-
6	0.239	0.020	0.964	96.4	-	-	-	-
7	0.168	0.014	0.978	97.8	-	-	-	-
8	0.112	0.009	0.987	98.7	-	-	-	-
9	0.077	0.007	0.994	99.4	-	-	-	-
10	0.050	0.004	0.998	99.8	-	-	-	-
11	0.011	0.001	0.999	99.9	-	-	-	-
12	0.009	0.001	1.000	100.0	-	-	-	-

表 4　主成份荷载矩阵

Tab. 4　Component matrix

实际观测指标	指标变量	主成分		
		第一	第二	第三
耕种土地面积	x_1	0.70	-0.70	-0.02
主要粮食作物播种面积	x_2	0.78	-0.50	0.08
粮食稳产耕种土地面积	x_3	0.47	0.61	0.12
有效灌溉耕种土地面积	x_4	0.72	0.53	-0.15
受灾农田面积(不含病虫害)	x_5	0.81	0.28	0.42
成灾农田面积(不含病虫害)	x_6	0.73	0.21	0.60
施用化肥折纯量	x_7	-0.82	0.46	0.21
农用机械总动力	x_8	-0.91	0.40	0.10
农业劳动力人数	x_9	0.42	0.82	-0.19
农业用电量	x_{10}	-0.89	0.40	0.06
农药使用用量	x_{11}	-0.70	-0.46	0.33
农用地膜使用量	x_{12}	-0.83	-0.30	-0.18

3.3　关中粮食生产的影响因素分析

3.3.1　第一主成分对粮食产量的影响分析　由主成分分析结果可知,第一主成分全部是地理因素影响指标,主要是受灾农田面积(不含病虫害)、主要

粮食作物播种面积、成灾农田面积(不含病虫害)、有效灌溉耕种土地面积、耕种土地面积,整体对粮食产量的贡献率达到55.4%,对粮食产量的影响处于显著而重要的位置。现将其分为自然灾害、灌溉、播种及耕地面积三类进行分析。

(1)自然灾害影响因素。在农业粮食生产中,气候的影响是非常重要的[14],农业生产变化强度3%~5%的改变源于气候变化的因素影响[15]。关中区域气候特征是冬春降雨量非常少,夏秋多雨,降水很不均衡。冬春干旱频发[16],冬春季粮食作物生长时缺水严重,夏秋季粮食作物成熟收获时正好处于雨季[17-18],极易造成对粮食作物的生长和收获产生不利的影响。

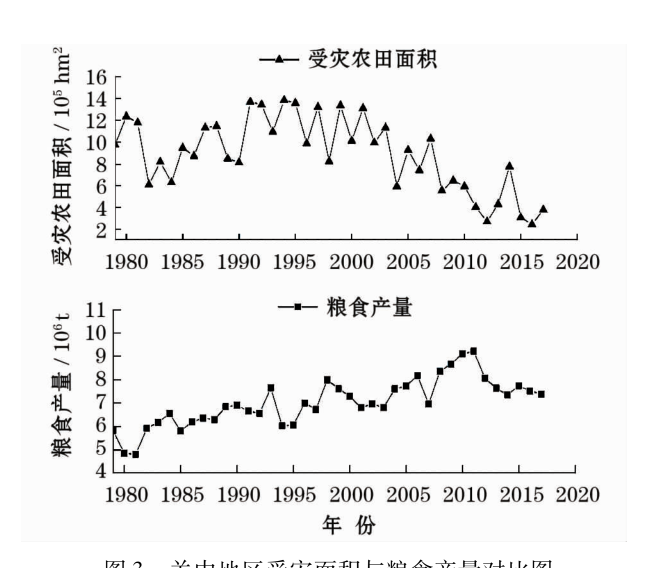


图3 关中地区受灾面积与粮食产量对比图

Fig. 3 Comparison chart of the affected area and total grain output in Guanzhong region from 1978 to 2017

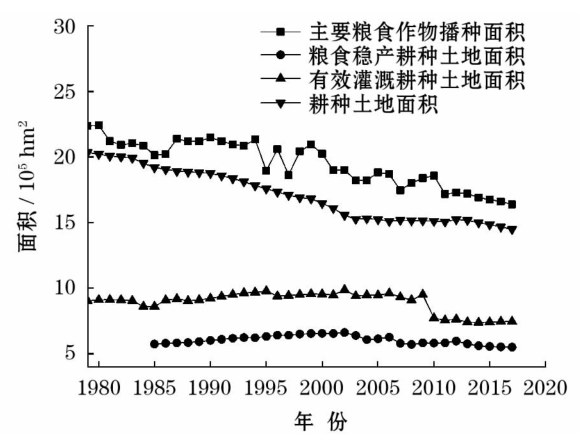


图4 1978—2017年主要粮食作物播种面积、粮食稳产耕地面积、有效灌溉耕地面积和耕地面积

Fig. 4 Chart of major crops acreage, area of cultivated land with stable food yield, effective irrigation area and farmland area in Guanzhong region from 1978 to 2017

表5 1978—2017关中地区粮食产量的自然灾害影响度

Tab. 5 Influence of natural disasters on grain output in Guanzhong from 1978 to 2017

时间尺度	受灾农田面积 / 10^6 hm^2	受灾率 / %	成灾农田面积 / 10^6 hm^2	成灾率 / %	减产 / 10^4 t
1978—1987	9.39	44	5.70	26	561
1988—1997	11.67	57	6.23	30	781
1998—2007	9.90	52	5.46	28	807
2008—2017	4.60	26	2.10	12	711
平均	8.89	45	4.90	24	72

针对自然灾害对关中1978—2017年农业生产的影响,本文以10 a作为一个时间尺度,从粮食作物受灾农田面积、成灾农田面积、农田受灾率和农田成灾率4个方面进行计算分析。关中地区1978—2017年的前30 a,受灾农田面积和成灾农田面积约占主要粮食播种面积的1/2和1/3,平均每10 a受灾率为45%,成灾率为24%(表5)。从图3对粮食总产量与受灾农田面积进行对比可以明确看到,在关中区域1978—2017年40 a农业粮食生产过程中,自然灾害对农业粮食生产的影响从受灾农田面积上表现为波动状态,从2004年后呈下降趋势。在有些受灾农田比较严重的年份,粮食产量的变化所呈现也是平缓下浮的趋势。2014年陕西关中遭遇了前所未有的干旱少雨,通过图3的对比分析看出,关中粮食产量并没有出现大幅度下降的现象。因此,这也充分体现了防灾减灾对关中地区粮食生产的影响。

(2)灌溉影响因素。由于关中地区降水分布很不均匀,在旱涝灾害的调节方面,农田水利工程对粮食产量的提高具有至关重要的意义[17]。从图4看出,1978—2009年关中地区主要粮食作物的有效灌溉面积保持在9×10^5~1×10^6 hm^{2}之间,且每年小幅度增加,而2010—2015年关中地区的有效灌溉耕地面积为7.5×10^5 hm^2,降低了1.5×10^5 hm^2。根据统计数据,2017年关中地区的有效灌溉农田面积分别是耕地和粮食播种面积的51%和45%,也就是说,关中地区接近一半的粮食种植必须得到有效灌溉的保证。

(3)主要粮食作物播种面积及耕种土地面积影响因素。农业生产的播种面积作为一个重要的地理因素指标,对粮食生产的总产量起着不可替代的重要作用。关中主要粮食作物播种面积是由耕地农田

面积和粮食作物复种率决定的。1978—2017 年40 a 关中主要粮食播种面积表现出的是一种波动向下的态势(图 4),粮食作物播种和农田耕地面积分别减少了 69.5 × 10^4 hm^2 和 59.4 × 10^4 hm^2,表明 1978—2017 年耕地面积整体呈现下降趋势,耕地面积减少可能与国家退耕还林以及城市建设中过度占用基本农田等因素有关[19]。

3.3.2 第二和第三主成分对粮食产量的影响 第二主成分除过属于地理因素的粮食稳产耕地面积指标的外,还包括施用化肥折纯量、农业机械总动力和农业电量等生产资料和劳动力投入因素,方差贡献率是 25%。第三主成分对粮食产量的贡献率为 6.8%,指的是农药在农业生产过程中的使用。

(1) 生产投入因素的影响。随着国家在农业科学研究上投入的不断增加,现代化的农业耕作技术在提高粮食生产的质量,降低能源消耗和生产成本所起的作用越来越大,关中地区也不例外。如图 5 所示,1978—2017 年农业投入基本呈现增长的趋势,除过农业劳动力人数在 2000 年下降外。施用化肥折纯量、农用机械总动力、农业用电量从 1978—2017 年分别增加 1.54 × 10^6 t、1.09 × 10^7 kW、1.19 × 10^{10} kW · h^{-1}, 分别是 1978 年的 9.26、5.10、13.73倍。仅农用机械总动力上涨幅度达 410% 以上。因此,加大农业生产资料和农业机械自动化耕种作业的投入对粮食产量的增加具有极其重要的现实意义。

(2) 抵御自然灾害的能力。陕西省关中地区降水分布很不不均匀,粮食生产对气候的依耐性较强[18-19]。粮食稳产耕地面积的设定能够积极地抵御气候因素所造成的旱涝灾情,对粮食生产产量的稳定起着至关重要的作用。虽然关中当前粮食稳产耕地面积不及主要农作物播种面积的 30%,但是主成分分析结果显示,粮食稳产面积对粮食生产的影响作用非常可观,对粮食的生产起着基础稳定的作用,所以提高粮食稳产高产面积对粮食增产有很极为重要的现实意义。

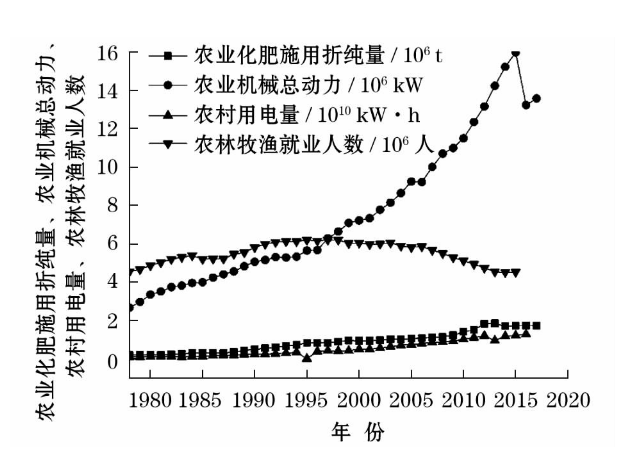


图 5 1978—2017 陕西省关中农业生产投入趋势图

Fig. 5 Agricultural input factors in Guanzhong area from 1978 to 2017

4 讨 论

4.1 关中农业粮食生产的周期性趋势变化分析

由于受自然地理环境等因素的影响,关中农业粮食生产的周期性变化趋势具有其本身独有的特征,表现非常明显的就是粮食产量大涨和大落,非常不稳定。从图 2 可以清楚地分析,几乎大部分周期在两年之内粮食产量就从最高的峰值下降到最低的谷值,形成连续的大谷和大峰,如第 6 周期(表 2),粮食产量从 2006 年的 8.18 × 10^6 t 降到 2007 年的 6.95 × 10^6 t,经过 4 a 后涨到 2011 年的 9.22 × 10^6 t,下降幅度为 1.23 × 10^6 t,上升幅度为 2.27 × 10^6 t,周期内粮食产量变化达到 2 × 10^6 t 以上。

4.2 影响粮食生产地理和生产投入因素的 PCA 模型计算结果的讨论

用 PCA 模型计算的结果表示,在 1978—2017 年关中粮食生产的过程中,地理因素指标的累计贡献率达到 55%,生产投入因素指标的累计方差贡献率不到 25%,说明地理指标因素对关中地区农业粮食生产起着非常显著的决定影响作用,是关中粮食生产的最基本的条件保障。生产投入指标因素的累计方差贡献率虽然不到地理因素的一半,但对粮食生产也起着的非常重要的作用,是关中农业生产的生命补给。

第三主成分对粮食产量的累计方差贡献率为 6.8%,相对于第一和第二主成分的 55% 和 25%,影响较小,实际上,关中地区农药起初是从 20 世纪 90 年代初在主要农作物上才开始使用,就农药在粮食作物的使用而言,对环境及粮食品质的影响限制了它的广泛使用。

5 结 论

(1)关中农业粮食生产的变化趋势带有鲜明的周期性波动特性,周期为 3 ~ 7 a,平均 5 a 左右,周

期内粮食产量容易形成连续的大谷和大峰,产量极度不稳定。

(2) 自然灾害对关中地区农业粮食生产的影响处于非常显著位置,20 世纪 90 年代到达峰值,近 10 a处于下降趋势。

(3) 地理指标因素对关中地区农业粮食生产起着非常显著的决定影响作用,是关中粮食生产的最基本的条件保障。农业生产投入指标因素是影响粮食生产的重要因素,是关中农业生产的生命补给。

参考文献(References)

[1] 韩群柱,冯起,陈桂萍,等.渭河流域基于水利供水网络结构的水资源配置模式研究[J]. 干旱区地理,2016,39(4):747 - 753.[HAN Qunzhu, FENG Qi, CHEN Guiping,et al. Water resources allocation model in Weihe River Basin based on the structure of water supply network[J]. Arid Land Geography, 2016, 39(4):747 - 753.]

[2] 贠蒲军,邵天杰.陕西省粮食生产安全的驱动因素分析[J].安徽农业科学,2012,40(36):17822 - 17825. [YUN Pujun, SHAO Tianjie. Analysis on driving factors of grain production security in Shaanxi Province[J]. Journal of Anhui Agriculture, 2012, 40(36):17822 - 17825.]

[3] 李会,任志远.陕西省粮食产量预测及其影响因素的灰色关联分析[J]. 国土与自然资源研究,2009,(4):56 - 58.[LI Hui, REN Zhiyuan. The grey correlation analysis of factors affecting grain production[J]. Terrltory & Natural Resources Study,2009,(4):56 - 58.]

[4] 李玉平.基于耕地压力指数的陕西省粮食安全状况研究[J]. 干旱区地理,2007,30(4):601 - 606.[LI Yupin. Grain security of basic cropland pressure index in Shaanxi Province[J]. Arid Land Geography,2007,30(4):601 - 606.]

[5] 吕晓虎,赵景波.陕西省粮食安全定量评价研究[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):219 - 225. [LV Xiaohu,ZHAO Jingbo. Study on quantitative assessment of food security in Shaanxi Province[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2010,28(2):219 - 225.]

[6] 张婧,张仁陟,左小安,等.保护性耕作对黄土高原农田土壤理化性质的影响[J]. 中国沙漠,2016,36(1):137 - 143.[ZHANG Jing, ZHANG Renzhi, ZUO Xiao'an, et al. Effects of conservative tillage on physical land chemical characteristics under a pea-wheat rotation system in the Loess Plateau[J]. Journal of Desert Research,2016,36(1):137 - 143.]

[7] GOLDSTEIN M, UDRY C. The profits of power: Land rights and agricultural investment in China[J]. Journal of Political Economy, 2008,116:981 - 1022.

[8] 岳辉,刘英.近 15 a 陕西省植被时空变化与影响因素分析[J]. 干旱区地理,2019,42(2):314 - 323. [YUE Hui, LIU Ying. Vegetation spatiotemporal variation and its driving factors of Shaanxi Province in recent 15 years[J]. Arid Land Geography, 2019,42(2):314 - 323.]

[9] 张蕊.陕西省粮食产量的灰色关联分析[J]. 新西部,2013,(1):11 - 20.[ZHANG Rui. Grey correlation GM(0,N) analysis of grain yield in Shaanxi Province[J]. New West,2013,(1):11 - 20.]

[10] 喻忠磊,杨新军,石育中,等. 关中地区城市干旱脆弱性评价[J]. 资源科学,2012,34(3):581 - 588. [YU Zhonglei, YANG Xinjun, SHI Yuzhong, et al. Evaluation of urban vulnerability to drought in Guanzhong area[J]. Resources Science,2012,34(3):581 - 588.]

[11] 潘安娥,杨青.基于主成分分析的武汉市经济社会发展综合评价研究[J].中国软科学,2005,(7):118 - 121. [PAN An'e, YANG Qing. Synthetic evaluation and study on Wuhan urban economic and social developmental strategies based on the principle component analysis[J]. China Soft Science, 2005, (7): 118 - 121.]

[12] 李武鹏.基 AIGA-B 神经网络的粮食产量预测研究[D]. 太原:太原理工大学,2011.[LI Wupeng. Research of grain production prediction based on AIGA-SP neural network [D]. Taiyuan: Taiyuan Institute of Technology,2011.]

[13] 曹丽娟,张小平.基于主成分分析的甘肃省水资源承载力评价[J]. 干旱区地理,2017,40(4):906 - 912.[CAO Lijuan, ZHANG Xiaoping. Assessment of water resources carrying capacity in Gansu Province based on principal component analysis [J]. Arid Land Geography,2017,40(4):906 - 912.]

[14] 竺可桢.论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系[C]//竺可桢文集.北京:科学出版社,1979:455 - 465.[ZHU Kezhen. Some characteristic features of Chinese climate and their effects on corp production[C]//ZHU Kezhen's works. Beijing: Science Press,1979:455 - 465.]

[15] 史培军,王静爱,谢云,等. 最近 15 a 来中国气候变化、农业自然灾害与粮食生产的初步研究[J]. 自然资源学报,1997,12(3):197 - 202.[SHI Peijun, WANG Jing'ai, XIE Yun, et al. A preliminary study of climatic change, natural disasters of agricullture and grain yelid in China during the past 15 years[J]. 1997, 12(3):197 - 202.]

[16] GHASEMI A, NAMVAR E, SHARIFI M, et al. The study of the effect of investment in the agricultural sector on Iran economic growth in comparison with other sectors[J]. Asian Journal of Research in Business Economics & Management,2014,4(11): 293.

[17] 杨勇,任志远. 关中地区土地利用综合分区及对策研究[J]. 地理研究,2010,29(1):154 - 162. [YANG Yong, REN Zhiyuan. Land use regionalization and countermeasures in Guanzhong region[J]. Geographical Research,2010,29(1):154

–162.]

[18] 刘闻,曹明明,宋进喜,等.陕西年降水量变化特征及周期分析[J].干旱区地理, 2013,36(5):865–874. [LIU Wen, CAO Mingming, SONG Jingxi, et al. Spatio-temporal distribution and temporal periodicity of annual precipitation in Shaanxi Province [J]. Arid Land Geography,2013,36(5):865–874.]

[19] 莫宏伟. 基于GIS的关中地区土地利用变化及土地生态安全动态研究[D]. 西安:陕西师范大学,2010. [MO Hongwei. Evaluation of urban vulnerability to drought in Guanzhong Area[D]. Xi'an:Shaanxi Normal University,2010.]

Influencing factors of agricultural production changes in Guanzhong based on PCA

HAN Qun-zhu[1,2], FENG Qi[1,3], GAO Hai-dong[2], CHEN Gui-ping[2]

(1 *School of Geography and Tourism, Shaanxi Normal University, Xi'an* 710062, *Shaanxi, China*;
2 *School of Civil Engineering and Architecture, Xi'an University of Technology, Xi'an* 710048, *Shaanxi, China*;
3 *Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, CAS, Lanzhou* 730000, *Gansu, China*)

Abstract: This study is based on the statistical data of agricultural grain production in the Guanzhong region of Shaanxi Province, China from 1978 to 2017. This paper discusses the changing trends of agricultural grain production in the Guanzhong region from 1978 to 2017. In addition, this study analyzed the factors influencing grain production from 1978 to 2017 by means of principal component analysis (PCA). The main results of the analysis and research are summarized below. First, the trend change of agricultural grain production in the Guanzhong region shows a cyclical growth pattern with a cycle of 3–7 and the average growth rate of grain production in each cycle is 4.5%. The grain production process is manifested as a series of continuous "large valleys" or "large peaks" with high-yield years and low-yield years occurring successively, thus causing the grain yield to be extremely unstable. Second, the statistical data for agricultural production were calculated and analyzed by a PCA model. The cumulative variance contribution rate was greater than the 0.85 standard and there were three main components that had greater impacts on grain production. The first principal component factors are all geographical factors and the variance contribution rate reached 0.55; this indicates a very significant and decisive role on agricultural grain production in the Guanzhong region and is the most basic condition for guaranteeing grain production in Guanzhong. The main components include the farmland areas affected by disasters (excluding diseases and pests), areas cultivated with major food crops, areas of farmland affected by disasters (excluding diseases and pests), and effective areas of irrigated farmland and cultivated areas. The second principal component, with a cumulative variance of 0.25, is an important factor affecting grain production and vital supply for agricultural production in Guanzhong. In addition to the areas of farmland with stable grain production based on geographical factors, the index of input factors of production materials and the labor force such as agricultural electricity consumption, chemical fertilizers, and agricultural machinery are included. The third principal component is pesticide application, with a cumulative variance of 0.068, which exhibited little effect. The actual cumulative variance contribution rate of the three principal components is 0.87.

Key words: agriculture in Guanzhong; geographical factors; production inputs; cycle; principal component analysis